

Measurement of tire operating parameters such as pressure, etc. using an optical fiber measurement sensor embedded within the tire so that changes in the transmitted light can be related to operating parameters

Publication number: DE10208998

Publication date: 2003-09-11

Inventor: BICKEL BORIS (DE)

Applicant: DAIMLER CHRYSLER AG (DE)

Classification:

- international: **B60C23/04; B60T8/172; B60C23/02; B60T8/17; (IPC1-7): G01L5/18**

- european: B60C23/04C; B60T8/172C

Application number: DE20021008998 20020228

Priority number(s): DE20021008998 20020228

Report a data error here

Abstract of DE10208998

Sensor device for determining motor vehicle tire parameters. Said device comprises a measurement sensor in the form of an optical fiber (3) that transmits light through the tire. Dependent on the tire parameters the transmitted light waves are influenced and the change in light wave values is used to evaluated changes in tire parameters.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 102 08 998 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 L 5/18

⑳ Aktenzeichen: 102 08 998.1
㉔ Anmeldetag: 28. 2. 2002
㉕ Offenlegungstag: 11. 9. 2003

DE 102 08 998 A 1

㉑ **Anmelder:**
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

㉒ **Erfinder:**
Bickel, Boris, Dipl.-Ing., 70329 Stuttgart, DE

㉓ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:**

DE	44 02 136 C2
DE	198 27 908 A1
DE	41 12 738 A1
DE	38 22 512 A1
DE	37 10 548 A1
US	45 17 834 A
US	42 46 567 A
US	41 80 794 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

㉔ **Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug**

㉕ **Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, Verfahren zur
Anwendung der Sensorvorrichtung und Kraftfahrzeugrei-
fen für die Sensorvorrichtung. Die Sensorvorrichtung zur
Ermittlung eines Reifenparameters weist einen Messfüh-
ler auf, welcher in einem Reifen des Kraftfahrzeugs ange-
ordnet ist. Der Messfühler ist eine lichtleitende Faser, mit-
tels welcher eine geführte Lichtwelle durch den Reifen
leitbar ist, und welche in Abhängigkeit des zu ermitteln-
den Reifenparameters eine Veränderung der geführten
Lichtwelle bewirkt. Die Sensorvorrichtung ermittelt aus
der Veränderung der Lichtwelle den Reifenparameter.**

DE 102 08 998 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, zur Ermittlung eines Reifenparameters, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Verfahren zur Anwendung einer solchen Sensorvorrichtung und einen Kraftfahrzeugreifen für eine solche Sensorvorrichtung.

[0002] Aus der gattungsbildenden DE 39 37 966 C2 ist eine Sensorvorrichtung bekannt, bei welcher im Reifen im Bereich des Laufstreifens mindestens ein Sensor angeordnet ist, der die dort auftretenden lokalen Verformungen erfasst und über eine Signalübertragungseinrichtung Messsignale an eine Auswerteeinrichtung liefert. Hierzu werden die Messsignale von einem Signalsender, welcher sich am Fahrzeugrad befindet, auf einen am Fahrzeugaufbau angebrachten Signalempfänger elektrisch übertragen. Als Sensoren beziehungsweise Erfassungseinheiten werden Dehnungsmessstreifen genannt, die in den Reifen einvulkanisiert sind.

[0003] Mittels einer derartigen Sensorvorrichtung ist es möglich, die Raddrehzahlen, den Reifendruck, den Kraftschlussbeiwert zwischen Reifen und Straße sowie Längs- und Querkräfte im Reifen zu ermitteln.

[0004] Um die gewünschten Informationen möglichst schnell und genau zur Verfügung zu haben, ist es nötig eine genügend große Anzahl von Sensoren oder Messfühlern im Reifen anzuordnen. Dies führt zu einem hohen Einbauaufwand, insbesondere bei der Verkabelung der Sensoren oder Messfühler.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zur Ermittlung eines Reifenparameters bereitzustellen, wobei die Sensorvorrichtung einen geringen Einbauaufwand am Reifen und am Kraftfahrzeug erfordert und das Gewicht des Kraftfahrzeugreifens nur geringfügig erhöht.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Bei der Erfindung handelt es sich um eine Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zur Ermittlung eines Reifenparameters. Diese Sensorvorrichtung weist als Messfühler, welcher in einem Reifen des Kraftfahrzeugs angeordnet ist eine lichtleitende Faser auf. Mittels der lichtleitenden Faser der Sensorvorrichtung ist eine geführte Lichtwelle durch den Reifen leitbar. Die lichtleitende Faser bewirkt im Reifen in Abhängigkeit des zu ermittelnden Reifenparameters eine Veränderung der geführten Lichtwelle, welche eine Wellenlänge im infraroten, optischen oder ultravioletten Spektralbereich aufweist. Die Veränderung der geführten Lichtwelle hängt von den Eigenschaften und den zu bestimmenden Parametern des Reifens in der Umgebung der lichtleitenden Faser ab. Die Ermittlung von Reifenparametern ist für mehrere, über den Reifen weit verteilte Reifenbereiche oder für den kompletten Reifen mittels einer einzigen lichtleitenden Faser möglich. Daher weist die Sensorvorrichtung nur wenige, vorzugsweise eine einzige, bis zu über 100 Meter lange lichtleitende Faser als Messfühler auf. Die Verwendung einer einzigen, oder zumindest weniger lichtleitender Fasern als Messfühler führt zu einem geringen Aufwand bei der Herstellung der Sensorvorrichtung. Insbesondere ist nur ein sehr geringer Verkabelungs- bzw. Verbindungsaufwand im Reifen erforderlich. Zudem ist auch eine einfache Signalübertragung zwischen lichtleitender Faser und Auswerteeinheit möglich, da bei der Verwendung einer lichtleitenden Faser nur eine Schnittstelle zwischen Faser und Auswerteeinheit nötig ist. Die lichtleitende Faser hat typischerweise einen Durchmesser von ca. 100 bis 200 µm. Andere Durchmesser sind jedoch auch möglich.

[0008] Die Auswerteeinheit der Sensorvorrichtung kann im Fahrzeug, auf der Felge oder am Reifen angeordnet sein.

Eine Anordnung im Reifen oder auf der Felge führt dazu, dass das Auswerteergebnis elektrisch an eine Ergebniserfassungseinheit ins Fahrzeug übertragen werden muss. Hierfür ist beispielsweise eine Schleifkontaktierung oder eine Übertragung per Funk geeignet. Befindet sich die Auswerteeinheit im Fahrzeug, so ist das optische Signal vom Rad ins Fahrzeug zu übertragen. Hierfür kann ein optischer Koppler verwendet werden, welcher vorzugsweise axial in der Radmitte angeordnet wird. Die optische Signalübertragung ins Fahrzeug kann wie in der US 4517834 beschrieben erfolgen. Bei der optischen Signalübertragung kann auf eine elektrische Kontaktierung verzichtet werden, welche die Signalübertragung zwischen Reifen bzw. Rad und Fahrzeugaufbau gewährleisten muss, und dabei stets eine mechanische Belastung erfährt. Eine optische Signalübertragung ist unempfindlich gegen elektromagnetische Störfelder und erzeugt ihrerseits keine elektromagnetische Störstrahlung.

[0009] In einer Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung verändert die lichtleitende Faser die durch den Reifen geführte Lichtwelle dadurch, dass die Reflexions- und Transmissionseigenschaften der lichtleitenden Faser sich in Abhängigkeit des zu ermittelnden Reifenparameters ändern. Die Auswerteeinheit der Sensorvorrichtung empfängt das von der lichtleitenden Faser reflektierte und/oder transmittierte Licht und ermittelt aus dem empfangenen Licht den Reifenparameter. Eine einfache Ermittlung eines Reifenparameters ist in dieser Ausgestaltung der Erfindung bereits durch das Erfassen und Auswerten der reflektierten und/oder transmittierten Lichtintensität möglich. Insbesondere ist die Erfassung der Intensität, ohne Berücksichtigung anderer Eigenschaften wie beispielsweise Laufzeit oder Wellenlänge einfach und kostengünstig möglich. Eine zusätzliche oder alternative Auswertemöglichkeit besteht darin, die spektrale Zusammensetzung des reflektierten oder transmittierten Lichts zu erfassen. Eine zusätzliche spektrale Auswertung erhöht jedoch die Auswertesicherheit. Eine alternative spektrale Auswertung hat den Vorteil, dass eine Schwankung der Lichtintensität, wie sie beispielsweise durch eine mechanische Belastung und/oder Verunreinigung an der Trennstelle des optischen Kopplers entstehen kann, keine wesentliche Auswirkung auf die Frequenz des Lichts, und damit auf die spektrale Zusammensetzung hat.

[0010] In einer weiteren Ausgestaltung der Sensorvorrichtung weist die Lichtwelle eine Wellenlänge bzw. Frequenz im Infrarotbereich auf. Vorteil dieser Ausgestaltung ist es, dass infrarotes Licht bei einem Austritt aus der lichtleitenden Faser, im Reifenmaterial eine geringere Alterung des Reifenmaterials bewirkt als beispielsweise sichtbares oder ultraviolettes Licht. Insbesondere sind im infraroten Spektralbereich langzeiterprobte Halbleiterlaser verfügbar. Als Signalerzeugungseinheit, d. h. als lichterzeugendes Element kann die Sensorvorrichtung in einer alternativen und preisgünstigeren Ausführungsform anstelle eines Halbleiterlasers eine Leuchtdiode umfassen.

[0011] In einer vorteilhaften Ausgestaltung dieser Sensorvorrichtung weist die lichtleitende Faser mehrere Einzelsensorelemente auf. Diese werden gebildet durch Streckenabschnitte mit jeweils einer für den jeweiligen Streckenabschnitt charakteristischen Gitterkonstanten. Das bedeutet, die Streckenabschnitte weisen einen periodisch variierenden Brechungsindex auf, wobei die Gitterkonstante für den jeweiligen Streckenabschnitt charakteristisch ist. Kommt jede Gitterkonstante innerhalb einer lichtleitenden Faser nur einmal vor, so ist eine eindeutige Zuordnung der Gitterkonstanten zu dem betreffenden Streckenabschnitt möglich. Es können aber auch mehrere Streckenabschnitte in einer Faser die gleiche Gitterkonstante aufweisen. Dann muss zwischen zwei verschiedenen Streckenabschnitten mittels eines wei-

teren Kriteriums, beispielsweise mittels der Laufzeit der Lichtwelle unterschieden werden. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn sehr viele, beispielsweise weit über 100 Einzelsensorelemente in einer lichtleitenden Faser angeordnet werden.

[0012] Die Auswerteeinheit der Sensorvorrichtung ermittelt mittels der von den Einzelsensorelementen veränderten Lichtwelle den zu ermittelnden Reifenparameter. Die lichtleitende Faser umfasst ein oder mehrere, vorzugsweise bis zu über hundert Einzelsensorelemente, welche in Abständen von über einem Meter bis zu weniger als 1 cm angeordnet sein können. Durch eine Anordnung vieler lokal verteilter Einzelsensorelemente in einer lichtleitenden Faser ist eine lokale Erfassung von Reifeneigenschaften möglich. Aufgrund der lokalen Erfassung von Reifeneigenschaften ist mit einer geeigneten Auswertevorrichtung eine sehr genaue Ermittlung des Reifenparameters durchführbar.

[0013] Als Reifeneigenschaft wird insbesondere eine lokale Formänderung des Reifens erfasst. Wird das Reifenmaterial in der Umgebung eines Einzelsensorelements gestaucht, gedehnt oder anderweitig in seiner Geometrie verändert, so ändert sich auch die lokale Ausdehnung der lichtleitenden Faser und somit die Gitterkonstante an dem betreffenden Streckenabschnitt. Hierdurch ändert sich das Transmissions- und Reflexionsverhalten der lichtleitenden Faser an dem Streckenabschnitt dieses Einzelsensorelements für die der Gitterkonstanten entsprechenden Wellenlängen. Die Auswerteeinheit der Sensorvorrichtung kann aus dem Spektrum der reflektierten Strahlung die lokale Formänderung des Reifens ermitteln, wobei zur eindeutigen Zuordnung eines erfassten Lichtsignals zu einem jeweiligen Einzelsensorelement, d. h. zu dessen Ort im Reifen bzw. zu dessen Streckenabschnitt auf der lichtleitenden Faser zusätzlich eine Laufzeitmessung durchgeführt werden kann. Eine Auswertung des Spektrums ist auch für die transmittierte Strahlung möglich. Mittels der lokalen Formänderung kann die Kräfteverteilung im Reifen ermittelt werden.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Sensorvorrichtung wird als Reifenparameter eine für die Haftverhältnisse zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn indikative Größe ermittelt. Wie dies durchführbar ist, ist beispielsweise in der DE 39 37 966 C2 näher beschrieben. Bei dem in dieser Patentschrift beschriebenen Verfahren, muss der Schlupf variiert werden, d. h. das Rad muss beschleunigt oder verzögert werden bis das Verhältnis der Umfangskraft zur Normalkraft maximal wird. Mittels der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung kann die lokale Dehnung an verschiedenen Stellen der Reifenaufstandsfläche mit hoher Ortsauflösung erfasst werden. Erfolgt dies an den Stellen des Latscheinlaufs, des Latschaulaufs und der Übergangsstelle von reinem Formschlupf zu Form- und Gleitschlupf, so kann die maximal mögliche Antriebs- und/oder Bremskraft ermittelt werden, ohne diese Maximalkraft erzeugen zu müssen. Hierdurch ist eine Schlupfregelung, speziell bei ABS und ASR einfach möglich.

[0015] Durch die Kenntnis der Haftverhältnisse zwischen Reifen und Fahrbahnoberfläche kann auch die Regelung der Fahrdynamik durch ein Traktionsregelsystem verbessert werden. Eine für die Haftverhältnisse zwischen Fahrbahn und Fahrzeugreifen indikative Größe ist beispielsweise die Reifenfläche, welche kraftschlüssigen Kontakt mit der Fahrbahnoberfläche aufweist oder das Verhältnis der Flächengrößen zwischen Haftbereich und Gleitbereich. Mittels der im Reifen angeordneten lichtleitenden Faser der Sensorvorrichtung ist diese Größe einfach und zuverlässig ermittelbar.

[0016] Vorzugsweise werden die lichtleitende Faser und die von ihr umfassten Einzelsensorelemente im Laufstreifen eines Reifens angeordnet, insbesondere um die Haftverhält-

nisse zwischen Fahrbahnoberfläche und Reifen zu ermitteln. Unter dem Laufstreifen eines Reifens soll, in Abgrenzung zur Seitenwand des Reifens, derjenige Reifenteil verstanden werden, durch welchen der radiale Umfang des Reifens gekennzeichnet ist. Vorzugsweise wird die lichtleitende Faser im Laufstreifen des Reifens deutlich unter der Oberfläche, beispielsweise in der Nähe des Reifengürtels oder der Bandage angeordnet, um die mechanische Belastung der Faser gering zu halten.

[0017] Alternativ oder ergänzend wird die lichtleitende Faser in der Seitenwand eines Reifens angeordnet. Mit einer zusätzlichen lichtleitenden Faser, oder einem Teil der lichtleitenden Faser in der Seitenwand, sind mit der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung zu ermittelnde Reifenparameter genauer und zuverlässiger ermittelbar.

[0018] Ein Streckenabschnitt der lichtleitenden Faser kann in einem Reifenbereich so angeordnet sein, dass mit diesem Streckenabschnitt eine Reifendruckmessung erfolgen kann. Hierfür kann der Reifenbereich – beispielsweise ein Teil der Seitenwand als Druckmessmembran – ausgeformt sein. Mit dem Reifendruck wird eine Größe ermittelt, für die heute speziell für diesen Zweck vorgesehene Sensoren im Fahrzeug angeordnet werden. Wird der Reifenfülldruck von der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung zusätzlich zu anderen Reifenparametern ermittelt, so ist damit ein Mehrfachnutzen bzw. eine Kosteneinsparung verbunden.

[0019] Des weiteren kann die Reifentemperatur an einer oder mehreren Stellen ermittelt werden. Hierzu wird die Faser so in einer steifen Hülse geführt, dass keinerlei mechanische Belastungen auf den innerhalb der Hülse befindlichen Abschnitt der Faser einwirken. Aufgrund der temperaturabhängigen Eigendehnung des Fasermaterials kann aus der Gitterkonstanten des innerhalb der Hülse befindlichen Faserabschnitts die Temperatur der Faser und damit die lokale Reifentemperatur ermittelt werden.

[0020] Aufgrund der Anordnung vieler bzw. aller Einzelsensorelemente in einer einzigen Faser ist ein einfacher Einbau der Erfassungsvorrichtung in einen Fahrzeugreifen möglich.

[0021] Vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0022] Es zeigt:

[0023] Fig. 1 den Querschnitt eines Fahrzeugreifens 1 mit einer lichtleitenden Faser 3 als Messfühler der Sensorvorrichtung.

[0024] Fig. 2a und 2b eine einfache Darstellung einer Vorder- und Seitenansicht eines Fahrzeugreifens 1 mit einer vorteilhaften Anordnung der lichtleitenden Faser 3.

[0025] Fig. 3 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung

[0026] In der Fig. 1 ist ein Querschnitt eines Fahrzeugreifens 1 mit einer im Reifengummi 2 angeordneten lichtleitenden Faser 3 dargestellt. Die lichtleitende Faser 3 ist in das Reifenmaterial einvulkanisiert, wobei sie das Reifenmaterial beispielsweise in mehreren Schleifen oder in gewundenen Bahnen durchläuft. Aufgrund der möglichen Länge der lichtleitenden Faser 3 von über 100 m, ist es ausreichend, eine einzige solche Faser in den Reifen einzuvulkanisieren, um in allen vorgesehenen Bereichen des Reifens Einzelsensorelemente anzuordnen. Die lichtleitende Faser 3 ist an den vorgegebenen Streckenabschnitten der Einzelsensorelemente sensitiv für Längenänderungen. Hierzu wurde die Faser im Rahmen ihres Herstellungsprozesses so behandelt, dass der Brechungsindex lokal mit einer Gitterkonstanten variiert. Der Brechungsindex wechselt an einem Einzelsensorelement in periodischem Abstand zwischen zwei Brechungsindexwerten, wobei der Abstand zwischen zwei

gleichsinnigen Brechungsindexsprüngen, d. h. die Gitterkonstante, an die Wellenlänge des eingespeisten Infrarotlichts angepasst und für ein Einzelsensorelement, also für einen jeweiligen Streckenabschnitt charakteristisch ist. Die Einzelsensorelemente werden beispielsweise im Abstand von 2 cm angeordnet. Befinden sich alle Einzelsensorelemente im Grundzustand, d. h. die lichtleitende Faser 3 ist an den jeweiligen Streckenabschnitten nicht gedehnt oder gestreckt, so entsprechen die reflektierte Wellenlänge und/oder die Intensität des reflektierten Lichts bekannten Erwartungswerten, nämlich der Grundzustandswellenlänge und/oder der Grundzustandslichtintensität. Ändert sich die Länge der lichtleitenden Faser 3 am Streckenabschnitt eines Einzelsensorelements, so ändert sich die Gitterkonstante dieses Einzelsensorelements. Hierdurch wird an diesem Einzelsensorelement das Licht einer anderen Wellenlänge reflektiert, als dies im Grundzustand der Fall ist. Aus dem reflektierten Signal ermittelt die Sensorvorrichtung die Längenveränderung der lichtleitenden Faser 3 und den Streckenabschnitt des betreffenden Einzelsensorelements. Aus der ermittelten Längenveränderung können Reifenparameter wie beispielsweise die Kräfte im Reifen 1 ermittelt werden.

[0027] Die Fig. 2a zeigt in Vorderansicht eine einfache Darstellung eines Fahrzeugreifens 1 mit einer besonders vorteilhaften Anordnung der lichtleitenden Faser 3, umfassend die Faserabschnitte 3a und 3b. In den Laufstreifen eines Fahrzeugreifens 1 wird eine lichtleitende Faser im Reifengummi 2 so angeordnet, dass in einer Draufsicht senkrecht zum Laufstreifen eine Reihe von Kreuzungspunkten 4 zwischen den verschiedenen Faserabschnitten 3a und 3b der lichtleitenden Faser 3 entsteht. An diesen Kreuzungspunkten 4 verläuft ein Abschnitt 3a der lichtleitenden Faser 3 unter einem nicht zu kleinen Winkel zu einem anderen Faserabschnitt 3b, wobei sich die beiden Faserabschnitte 3a und 3b in den Kreuzungspunkten 4 nicht berühren. Es ist vorteilhaft, wenn in den Kreuzungspunkten 4, oder zumindest in deren Umgebung in beiden Faserabschnitten 3a und 3b Einzelsensorelemente angeordnet sind, so dass für die Umgebung der Kreuzungspunkte 4 sowohl eine lokale Längs- als auch eine lokale Querdeformation erfasst werden kann. Wird in einer alternativen Ausführungsform die lichtleitende Faser so im Reifen angeordnet, dass keine Kreuzungspunkte 4 vorhanden sind, so kann dies mittels einer Auswertelogik kompensiert werden, indem die erfassten Größen zwischen zwei Einzelsensoreinheiten interpoliert werden. Dadurch kann beispielsweise eine Dehnungskarte erstellt werden, welche als Information das Dehnungsfeld eines vorgebbaren Reifenbereichs enthält.

[0028] Die Fig. 2b zeigt eine einfache Darstellung eines Fahrzeugreifens 1 in Seitenansicht, mit einer besonders vorteilhaften Anordnung der lichtleitenden Faser 3. Aufgrund des Richtungswechsels der lichtleitenden Faser 3 an den Knickstellen 5 – tatsächlich sind die Knickstellen 5 Biegungen mit einem Biegeradius im Bereich von ca. 1–2 mm – sind in der Umgebung dieser Knickstellen 5 zwei Einzelsensorelemente vorgesehen, welche eine Deformation in unterschiedliche Richtung erfassen. Hierdurch ist ähnlich wie an den Kreuzungsstellen 4 der Fig. 2a eine zweidimensionale Ermittlung der lokalen Deformation des Reifens in der Umgebung der Knickstellen 5 möglich. In einem Laufstreifen treten hauptsächlich Schubspannungen auf. Da mit den Einzelsensorelementen der lichtleitenden Faser hauptsächlich Längsdehnungen und Längsstauchungen erfasst werden können, ist eine Anordnung der Faser unter einem Winkel von ca. 45° gegenüber der Hauptschubspannungsebene, d. h. gegenüber der Reifenlauffläche besonders vorteilhaft. Mittels einer Anordnung entsprechend Fig. 2b können aus den erfassten Dehnungen und Stauchungen sowohl Betrag

als auch Richtung der Schubspannung im Reifen ermittelt werden. Vorzugsweise ist hierzu jeweils in einem Streckenabschnitt zwischen zwei Knickstellen 5 ein Einzelsensorelement vorzusehen.

[0029] Mittels einer kombinierten Anordnung der lichtleitenden Faser 3 sowohl entsprechend Fig. 2a als auch entsprechend Fig. 2b ist es möglich an einer Kreuzungsstelle, an welcher drei nicht in einer Ebene liegende Einzelsensorelemente vorgesehen sind, die lokale Deformation des Reifens 1 vollständig dreidimensional zu ermitteln. Alternativ zu einer solchen kombinierten Anordnung der lichtleitenden Faser 3 ist, ebenso wie im Zusammenhang mit Fig. 2a beschrieben, eine Interpolation der erfassten Größen zwischen benachbarten Einzelsensorelementen und die Erstellung einer Dehnungskarte möglich. Ist in einem Reifen eine lichtleitende Faser 3 einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung so angeordnet, dass ein genügend dichtes Netz an Einzelsensorelementen vorhanden ist, so ist mittels der Sensorvorrichtung eine umfassende Ermittlung von Reifenparametern, wie beispielsweise Schlupf, Reibwertausnutzung, Radlast, Wasserhöhe, Reibungskoeffizient, Haftfläche, Längs- und Seitenführungskräfte, Reifendruck, Reifenprofiltiefe und Raddrehzahl möglich.

[0030] Die Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung 6. Von einer im Fahrzeug angeordneten Signalerzeugungseinheit 7, beispielsweise einem Infrarotlaser oder einer Infrarotleuchtdiode wird ein Lichtsignal erzeugt und mittels eines im Rad axial zentrierten optischen Kopplers 8 ins Rad übermittelt, im Rad in die lichtleitende Faser 3 eingespeist und von dieser durch das Reifenmaterial 2 geführt. Die Signalauswerteeinheit 9 kann hierdurch im Fahrzeug angeordnet sein. Eine Anordnung der Signalauswerteeinheit 9 und der Signalerzeugungseinheit 7 im Fahrzeug verringert die Masse des Rades. Zudem sind geringere Anforderungen an die mechanische Belastbarkeit der Signalauswerteelektronik zu stellen. Eine Energieversorgung im Rad kann entfallen.

[0031] Alternativ hierzu kann die Signalerzeugungseinheit 7 und/oder die Signalauswerteeinheit 9 im Rad oder im Reifen angeordnet sein. Dann ist jedoch eine, vorzugsweise elektromagnetische Signalübertragung und gegebenenfalls auch eine Energieübertragung zwischen Rad und Fahrzeug nötig. Da diese kontaktlos erfolgen kann, entfällt dafür eine aufwändige Zusammenführung und/oder Kontaktierung von elektrischen oder optischen Signalleitungen.

[0032] Bei einem vorteilhaften Auswerteverfahren der Signale einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung werden die Raddrehzahl und Radstellung herangezogen, um diejenigen Einzelsensorelemente zu bestimmen, welche bei der folgenden Messung im Bereich des Reifenlatsches angeordnet sind. Zur Ermittlung vorgegebbarer Reifenparameter werden nur die Signale der auf diese Weise bestimmten Einzelsensorelemente erfasst. Hierdurch wird die Menge der zu verarbeitenden Daten reduziert.

[0033] Weitere Parameter, welche zur Bestimmung der betreffenden Einzelsensorelemente herangezogen werden, sind die maximal mögliche Beschleunigung und/oder Verzögerung und/oder die tatsächliche Beschleunigung und/oder Verzögerung.

Patentansprüche

1. Sensorvorrichtung für ein Kraftfahrzeug zur Ermittlung eines Reifenparameters, wobei die Sensorvorrichtung einen Messfühler aufweist, welcher in einem Reifen des Kraftfahrzeugs angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messfühler eine lichtleitende Faser ist, und dass

mittels der lichtleitenden Faser eine geführte Lichtwelle durch den Reifen leitbar ist, und die lichtleitende Faser in Abhängigkeit des zu ermittelnden Reifenparameters eine Veränderung der geführten Lichtwelle bewirkt, und die Sensorvorrichtung aus der Veränderung der Lichtwelle den Reifenparameter ermittelt. 5

2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Reflexions- und Transmissionseigenschaften der lichtleitenden Faser in Abhängigkeit des zu ermittelnden Reifenparameters ändern, und die Sensorvorrichtung aus dem geänderten Reflexions- oder Transmissionsverhalten der lichtleitenden Faser den Reifenparameter ermittelt. 10

3. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die geführte Lichtwelle eine Frequenz oder ein Frequenzband im infraroten Spektralbereich aufweist. 15

4. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung einen Halbleiterlaser oder eine Leuchtdiode umfasst, welcher die geführte Lichtwelle erzeugt. 20

5. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtleitende Faser mehrere Streckenabschnitte mit jeweils einem für einen betreffenden Streckenabschnitt charakteristisch periodisch variierenden Brechungsindex aufweist, wobei anhand des transmittierten und/oder reflektierten Lichtspektrums die lokale Dehnung (bzw. Stauchung) spezifisch für jeden Streckenabschnitt mit periodisch variierendem Brechungsindex ermittelt werden kann. 25 30

6. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung als Reifenparameter eine für die Haftverhältnisse zwischen Fahrzeugreifen und Fahrbahn indikative Größe ermittelt. 35

7. Sensorvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung als Reifenparameter eine Reifenfläche ermittelt, welche einen kraftschlüssigen Kontakt zwischen Kraftfahrzeugreifen und Fahrbahnoberfläche aufweist. 40

8. Sensorvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung als Reifenparameter das Verhältnis aus Latschfläche und Haftfläche des Reifens ermittelt. 45

9. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung als Reifenparameter einen Reifendruck eines Fahrzeugreifens ermittelt.

10. Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung als Reifenparameter eine Reifentemperatur eines Fahrzeugreifens ermittelt. 50

11. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtleitende Faser im Laufstreifen des Reifens angeordnet ist. 55

12. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtleitende Faser in der Reifenseitenwand angeordnet ist. 60

13. Verfahren zur Ermittlung eines Reifenparameters für eine Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des Streckenabschnitts, welcher für die Veränderung der Reflexions- oder Transmissionseigenschaften ursächlich ist, das Ergebnis einer Laufzeitmessung herangezogen wird. 65

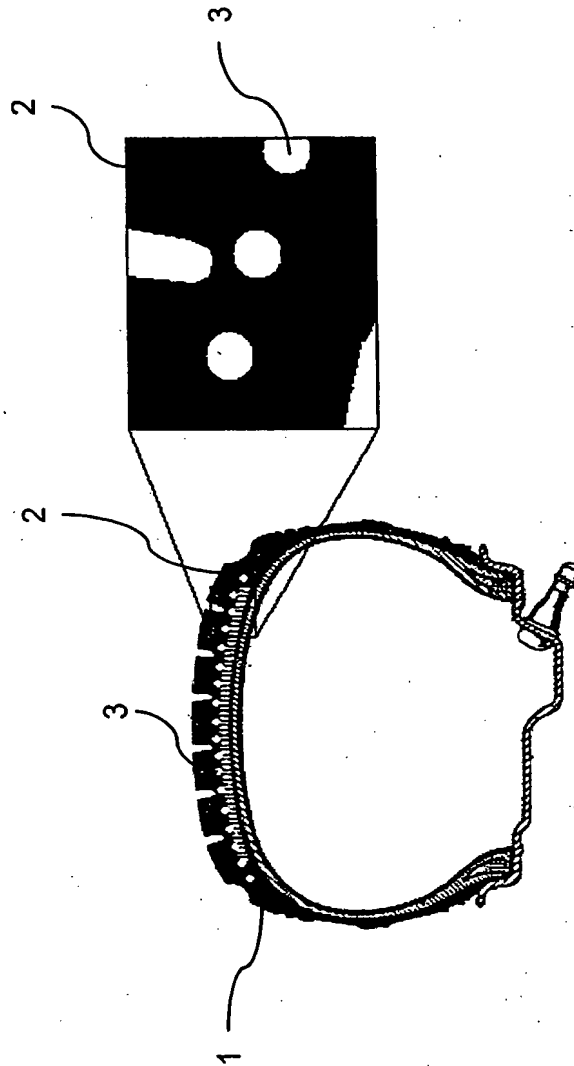
14. Verfahren zur Ermittlung eines Reifenparameters für eine Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, zur Bestimmung derjenigen Einzelsensorelemente, welche bei der folgenden Messung im Bereich des Reifenlatsches angeordnet sind die Raddrehzahl und Radstellung herangezogen werden, und nur die Signale der auf diese Weise bestimmten Einzelsensorelemente erfasst werden.

15. Verfahren zur Ermittlung eines Reifenparameters für eine Sensorvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, zur Bestimmung der betreffenden Einzelsensorelemente die maximal mögliche Beschleunigung und/oder Verzögerung und/oder die tatsächliche Beschleunigung und/oder Verzögerung herangezogen werden.

16. Kraftfahrzeugreifen, insbesondere für eine Sensorvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass eine lichtleitende Faser im Reifenmaterial eingeschlossen ist, wobei zumindest ein Ende der Faser an einer vorgebbaren Stelle aus dem Reifenmaterial austritt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig.1



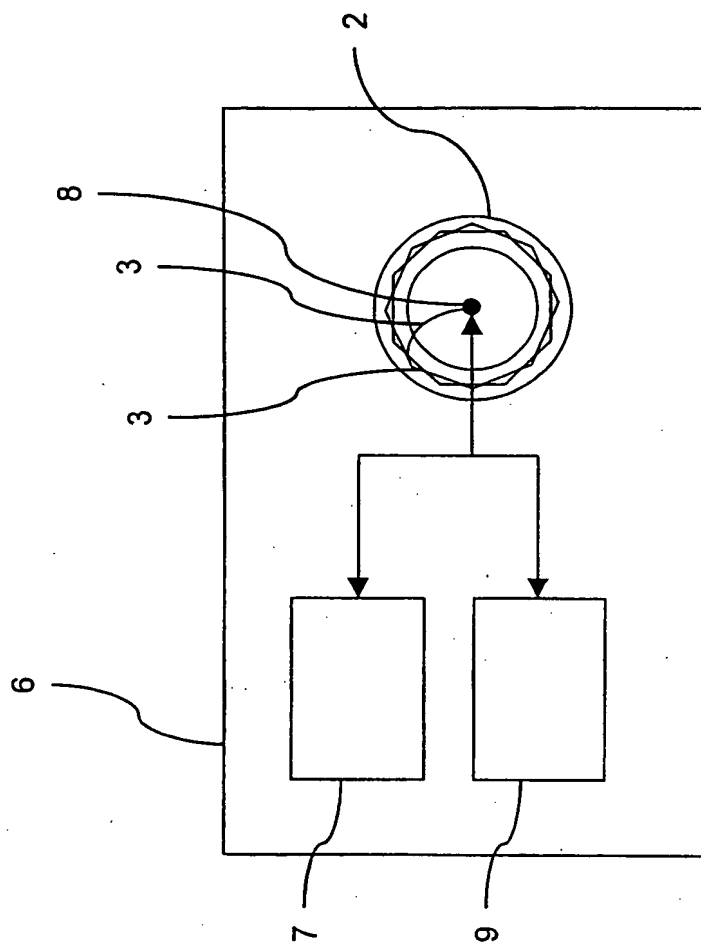


Fig. 3

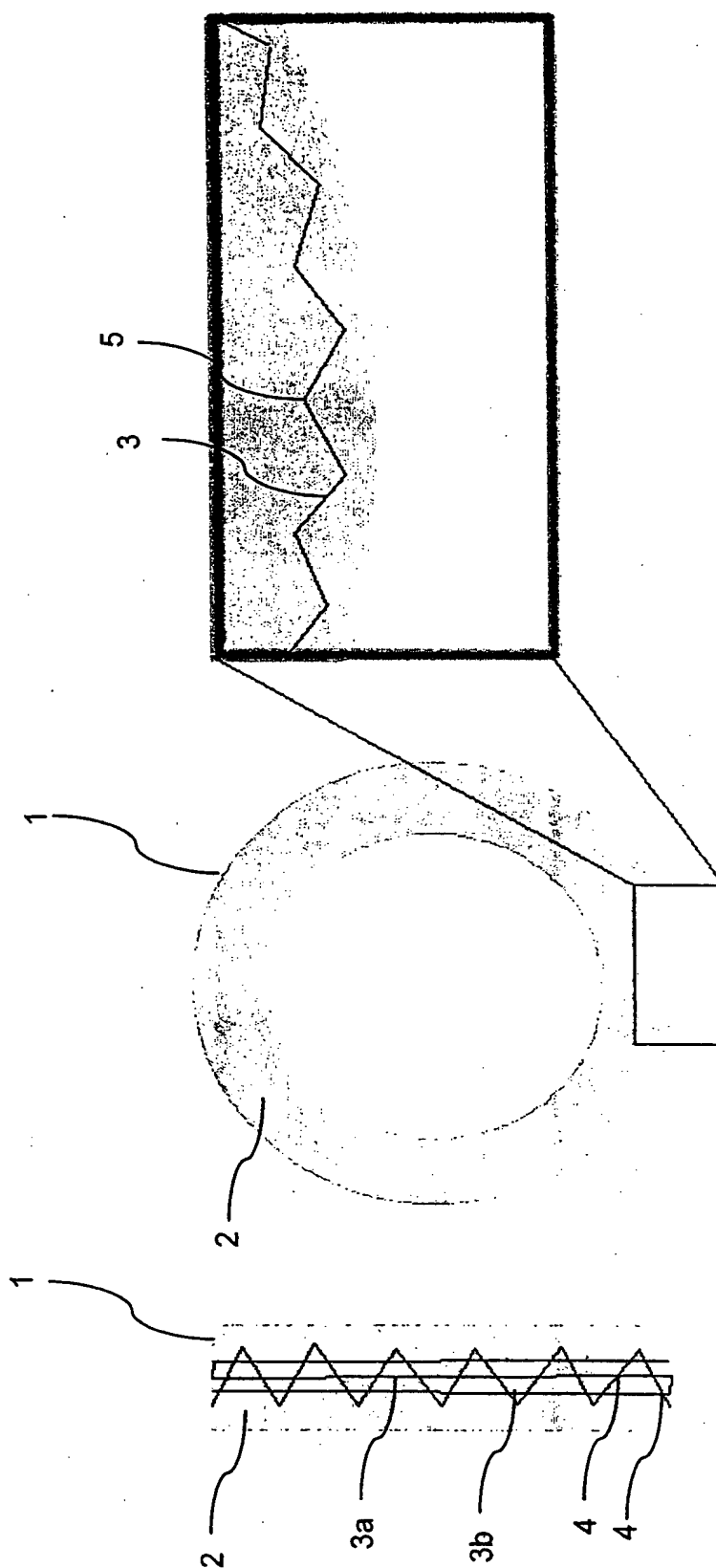


Fig. 2b

Fig. 2a

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.